

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-174427  
(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.CI. G02F 1/1333  
G02F 1/13  
G02F 1/1335

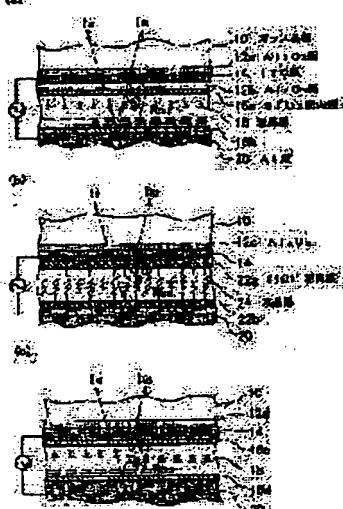
(21)Application number : 09-345227 (71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD  
(22)Date of filing : 15.12.1997 (72)Inventor : SHIGETA MASANOBU

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND LIQUID CRYSTAL PROJECTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device having constitution capable of suppressing reflection of light on a boundary between a liquid crystal layer and a glass substrate.

**SOLUTION:** This device uses a light source having emission lines in a visible range as the light source. At this time, this device is provided with a laminated structure consisting of a transparent electrode layer 14, an oriented layer 16a and one or plural transparent intermediate layers 12a, b having a refractive index which is smaller than that of the transparent electrode layer 14 and larger than that of a liquid crystal layer 18 or a transparent substrate on the inside surface of the transparent substrate of a glass substrate or the like which constitutes the device. The respective emission line wave lengths of the light source decide the thicknesses of respective layers or the like so that the total reflectance to be generated on boundaries among respective layers of the laminated structure becomes 0.5%.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 G 0 2 F 1/1333 5 0 5  
 1/13 5 0 5  
 1/1335 5 2 0

F I  
 G 0 2 F 1/1333 5 0 5  
 1/13 5 0 5  
 1/1335 5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-345227

(22)出願日 平成9年(1997)12月15日

(71)出願人 000004329  
 日本ピクター株式会社  
 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 茂田 正信  
 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ピクター株式会社内

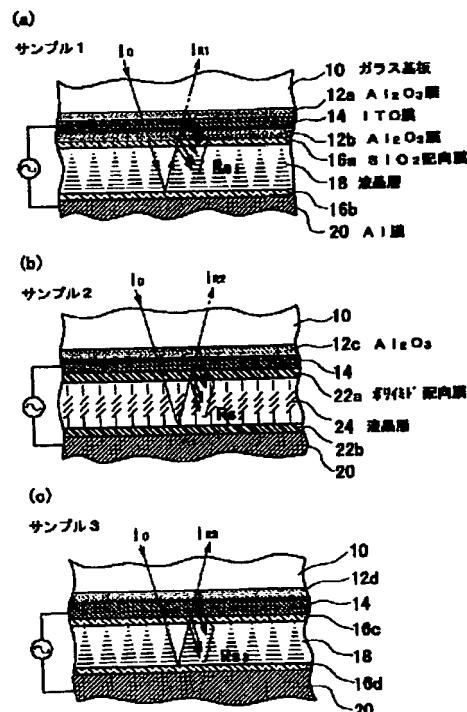
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外9名)

(54)【発明の名称】 液晶表示デバイスと液晶プロジェクタ

(57)【要約】

【課題】 液晶層とガラス基板との界面で発生する光反射を抑制しうる構成を有する液晶表示デバイスを提供することである。

【解決手段】 光源として可視域に輝線を有する光源を用いる液晶表示デバイスにおいて、該デバイスを構成するガラス基板等の透明基板の内側面上に、透明な電極層と配向層および、該透明な電極層より小さくかつ前記液晶層または前記透明基板より大きい屈折率を有する1または複数の透明な中間層からなる積層構造を備え、上記光源の各輝線波長において、該積層構造の各層界面で発生する総反射率が0.5%以下となるように、各層の厚み等を定める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内側面に少なくとも電極層および配向層をそれぞれ有する一対の基板と、前記一対の基板間に挟まれた液晶層とを有し、前記一対の基板の少なくとも一方が透明基板であり、前記透明基板の内側面に形成される電極層と配向層が透明である液晶表示デバイスにおいて、

前記透明基板の内側面上に、前記透明な電極層と配向層、および前記透明な電極層より小さくかつ前記液晶層または前記透明基板より大きい屈折率を有する1または複数の透明な中間層とからなる積層構造を備えることを特徴とする液晶表示デバイス。

【請求項2】 前記液晶表示デバイスが、光源として可視域に輝線を有する光源を用いるものであり、前記積層構造が、

前記光源の輝線波長において、前記液晶層から前記透明基板に進入する光のうち前記積層構造の各層界面で発生する総反射率が0.5%以下となるように、前記積層構造を構成する各層の屈折率および厚みが決定されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示デバイス。

【請求項3】 前記一対の基板の他方が、

内側面に有する電極層として可視域の光を反射する反射電極層を備える請求項1または請求項2に記載の液晶表示デバイス。

【請求項4】 前記積層構造が、

前記透明基板面側より、第1の中間層、透明な電極層、配向層の順に各層が積層されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の液晶表示デバイス。

【請求項5】 液晶表示デバイスとして、

請求項1から4のいずれかに記載の液晶表示デバイスを用いることを特徴とする液晶プロジェクタ。

【請求項6】 光源として、

メタルハライドランプを用いることを特徴とする請求項5に記載の液晶プロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、直視型もしくは投射型の表示装置に使用される液晶表示デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】 図4(a)は、従来の反射型液晶表示デバイスの構成例を示す装置の部分断面図である。液晶表示デバイスは、片側面に電極が形成された2枚の基板を、各電極面が対向するように一定の間隙で貼りあわせ、この間隙に液晶を注入したものを基本構造とする。ここでは、画素ごとに薄膜トランジスタを配したTFT型アクティブマトリクス液晶表示デバイスの構成例を示す。一画素に相当する部分を模式的に示している。

【0003】 同図に示すように、多くの反射型液晶表示デバイスでは、貼りあわせる2枚の基板の一方として、

透明なガラス基板210を用い、もう一方の基板としてシリコン基板290を用いている。ガラス基板210の内側面上にはITO(Indium Tin Oxide)等の透明電極220が形成され、さらに透明電極220表面には、液晶分子の配列を規制するための配向膜230aが形成されている。

【0004】 シリコン基板290の内側表面層には、薄膜トランジスタ270および場合によっては、同図に示すように、コンデンサ280が形成され、さらにこれらの素子上には、層間絶縁膜260を介し、電極と光反射膜の機能を兼ねたA1反射電極250が形成されている。また、反射電極250の表面にも配向膜230bが形成されている。

【0005】 ガラス基板210とシリコン基板290の間に、図に示すスペーサによって一定ギャップが保たれ、このギャップ間に液晶層240が注入形成されている。

【0006】 このような反射型液晶表示デバイスでは、光源からの光I<sub>0</sub>は、ガラス基板210側から入射して液晶層240を通過し、シリコン基板290表面の反射電極250で反射される。入射光I<sub>0</sub>、反射光I<sub>1</sub>とも液晶層を通過する際に、液晶分子の配向状態に応じて偏光方向が規制される。

【0007】 一般に、透過型液晶表示デバイスの場合は、トランジスタが形成される領域等は、遮光部となり、光を透過できず、構造的に高い開口率を得ることが困難であるが、反射型液晶表示デバイスの場合は、反射電極250の下層にトランジスタを作り込むことができるため、透過型液晶表示デバイスに較べ開口率の点で有利な構造といえる。

【0008】 図5は、上述する反射型液晶表示デバイスを用いた従来の投射型テレビ、いわゆる液晶プロジェクタの構成例を簡易に示す図である。同図に示すように、液晶プロジェクタは、光源100、2枚の偏光子120a、120b、ハーフミラー130、液晶表示デバイス140、液晶表示デバイスの駆動回路150、光学レンズ160およびスクリーン170を主な構成要素とする。

【0009】 例え、光源100より出た光は、まず偏光子120aを通過し、一定方向の偏光光のみが取り出された後、ハーフミラー130で光の進路を変更され、液晶表示デバイス140に入射する。液晶表示デバイス140中の液晶層には、駆動回路150を介し、所定電圧が各画素に印加され、これに応じて液晶分子の配向状態が変化する。液晶層を通過する光は、この液晶分子の配向状態によりその偏向方向が規制される。液晶表示デバイスの反射電極面で反射された光は、今度はハーフミラー130を通過しもう一方の偏光子120bに到達し、ここで所定方向の偏向光のみが選択され、さらに光学レンズ160を通し拡大され、スクリーン170に映

したされる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】図4 (b) は、図4 (a) に示す液晶表示デバイスにおいて、液晶層240の周辺のみを取り出した、デバイスの部分断面図である。同図中に示すように、ガラス基板210に入射した入射光 $I_0$ の一部は、液晶層240に到達する途中の各層界面で反射される。特に、透明電極として使用されるITOや酸化スズ( $SnO_2$ )は、屈折率が約2前後と高いため、ガラス基板や配向膜との界面で反射を起こしやすい。例えば、液晶層240への入射光 $I_0$ の場合、ガラス基板210と透明電極220との界面、透明電極220と配向膜230aとの界面、配向膜230aと液晶層240との界面で、それぞれ $r_{11}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{31}$ の反射光(以下、便宜的にこれらをあわせて界面反射光 $R_1$ と表現する。)が生じてしまう。

【0011】また、反射電極250で反射した反射光 $I_1$ が射出する際にも、各層の界面で反射光 $r_{32}$ 、 $r_{22}$ 、 $r_{12}$ (便宜的にこれらをあわせて界面反射光 $R_2$ と表現する。)が生じる。この界面反射光 $R_2$ は、再度反射電極250で反射される。

【0012】界面反射光 $R_1$ は、液晶層240を通過せず偏光方向の変化が生じない光であるため、多くの場合、スクリーンに到達する前に、偏光子120bでカットされ、スクリーン上にあまり影響しない(図5参照)。しかし、一旦液晶層240を通過し、反射電極250で反射された後に発生する界面反射光 $R_2$ の場合は、偏光子120bでカットされない場合がほとんどであり、これらも反射光 $I_1$ とともにスクリーン上に到達する。

【0013】図6は、図4 (b) に示す従来の液晶表示デバイスの構成において発生する界面反射光 $R_2$ に相当する光の反射率を測定した結果を示すグラフである。図中従来例1とは、透明電極220としてITOを膜厚400Å、配向膜230a、230bとして $SiO_2$ 膜を膜厚約25Å形成したものを用いた液晶表示デバイスである。なお、配向膜は、基板を蒸着源に対し70度傾けて斜め蒸着を行うことで配向性が付与されたものである。また、同図中従来例2とは、透明電極220としてITOを膜厚400Å、配向膜230a、230bとして垂直配向用ポリイミド膜を膜厚700Å形成したものを用いた液晶表示デバイスである。なお、垂直配向用ポリイミド膜は、印刷法により塗布後、熱硬化し、さらに表面をラビングして配向性が付与されたものである。

【0014】同図に示すように、反射電極250で反射した後にさらに液晶層とガラスとの界面で発生する界面反射光 $R_2$ は、従来例1、従来例2の場合、可視域において約3%から7%の反射率を示す。

【0015】液晶プロジェクタにおいて、スクリーン上の明るさの確保は表示性能として重要な要素である。よ

って、この明るさを確保するため、上述するような開口率の高い反射型液晶表示デバイスと低消費電力で高輝度が得られるメタルハライドランプとが主に用いられている。

【0016】メタルハライドランプとは、発光管内に水銀および複数のハロゲン化金属が封入された放電ランプであり、その発光スペクトルには、封入する材料特有の強い輝線がいくつか現れる。図7は、液晶プロジェクタに用いられるメタルハライドランプの分光分布例を示すグラフである。同図に示すように、現在最も多く使用されているメタルハライドランプでは、可視域の440nm、540nm、580nm付近に強い輝線を有する。

【0017】図6に示すように、ガラス基板と液晶との界面での界面反射光 $R_2$ の反射率が3%から7%程度存在すると、輝線波長においては無視できない反射強度を有することとなる。例えば通常数μm程度の厚みを有する液晶層にわずかな厚みむらがあると、反射光 $I_1$ と界面反射光 $R_2$ の干渉により、干渉縞がスクリーン上に発生し、表示品質が低下する。

【0018】特に、透過型表示デバイスでは界面反射光 $R_2$ がほとんど抜けてしまうので弱いのに対し、反射型液晶表示デバイスでは界面反射光 $R_2$ が強くなるため干渉が大きくなり、スクリーン上の干渉縞が目立ちやすい。

【0019】このように、液晶層とガラス基板との界面の反射光の存在に伴い発生するスクリーン上の干渉縞は、反射型液晶表示デバイスを用い、輝線スペクトルを有する放電型ランプを使用した液晶プロジェクタにおいて特に顕著に現れ、表示品質を劣化させる。

【0020】本発明の目的は、上述する問題に鑑み、液晶層とガラス基板との界面で発生する光反射を抑制しうる構成を有する液晶表示デバイスと、これを用いて表示品質を改善した液晶プロジェクタを提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の液晶表示デバイスの特徴は、内側面に少なくとも電極層および配向層をそれぞれ有する一对の基板と、前記一对の基板間に挟まれた液晶層とを有し、前記一对の基板の少なくとも一方が透明基板であり、前記透明基板の内側面に形成される電極層と配向層が透明である液晶表示デバイスにおいて、前記透明基板の内側面上に、前記透明な電極層と配向層および、前記透明な電極層より小さくかつ前記液晶層または前記透明基板より大きい屈折率を有する1または複数の透明な中間層からなる積層構造を備えることである。

【0022】上記請求項1に記載の液晶表示デバイスによれば、透明基板の内側面上に電極層と配向層の他に、これらの層の中間の屈折率を有する透明材を中間層として用いた積層構造を形成することにより、各層の厚みを

調整し、比較的容易に各層界面での反射率を下げ、界面での反射に起因する表示不良の発生を防ぐことができる。

【0023】本発明の請求項2に記載の液晶表示デバイスの特徴は、上記請求項1の特徴を有する液晶表示デバイスにおいて、光源として可視域に輝線を有する光源を用いるものであり、前記積層構造が、前記光源の輝線波長において、前記液晶層から前記透明基板に進む光のうち前記積層構造の各層界面で発生する総反射率が0.5%以下となるように、前記積層構造を構成する各層の屈折率および厚みが決定されていることである。

【0024】上記請求項2に記載の液晶表示デバイスによれば、透明基板上に形成される該積層構造の界面での反射の影響が顕著となる輝線を有する光源を用いる場合においても、積層構造の各層界面で発生する総反射率を0.5%以下とすることにより、液晶セルに厚みむらが多少存在しても、界面での反射に起因する表示不良の発生を防ぐことができる。

【0025】本発明の請求項3に記載の液晶表示デバイスの特徴は、上記請求項1または請求項2の特徴を有する液晶表示デバイスにおいて、前記一対の基板の他方が、内側面に有する電極層として可視域の光を反射する反射電極層を備えることである。

【0026】なお、請求項4に記載するように、透明基板の内側面に形成する積層構造は、透明基板面側より、第1の中間層、透明な電極層、配向層の順とするとよい。

【0027】請求項5に記載した投射型表示装置の特徴は、液晶表示デバイスとして請求項1から4のいずれかの特徴を有するものを用いることである。

【0028】上記請求項5に記載の投射型表示装置によれば、請求項1から4の特徴を有する液晶表示デバイスを用いるため、本来の表示に用いられる液晶表示デバイスからの出射光に対しスクリーン上で干渉縞を発生させる反射光の発生を防止し、良好な表示品質を維持できる。

【0029】なお、請求項6に記載するように、請求項1から5の特徴を有する液晶表示デバイスを用いるため、光源として光効率が高い可視域に輝線を有するメタルハライドランプを用いた場合においても良好な表示品質を維持できる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0031】液晶表示デバイスにおいて、多くの場合、ガラス基板上に形成される透明電極と配向膜は必須の構成要素である。従来これらの膜厚等の条件は、例えば透明電極であれば、主として抵抗値や透過率を考慮して決められていた。また、配向膜ではその配向性が最も良好となるように材料、膜厚、製造方法が選択されていた。

【0032】これに対し、本発明の実施の形態の液晶表示デバイスにおいては、ガラス基板上に形成される透明電極や配向膜の各層の膜厚等の条件を、光反射防止効果をも考慮して決定する。また、透明電極や配向膜といった必須構成要素を具備することを前提とした上で、さらに透明材料からなる「中間層」を構成要素として1層もしくは複数層付加し、全体で新たな積層構造を形成し、調整可能な範囲で、各層の屈折率や膜厚を決定し、液晶層とガラス基板との界面となるこの積層構造の光反射の発生を抑制している点に大きな特徴を有する。

【0033】この界面における反射特性にとつては、積層構造を構成する各層の厚みや屈折率が重要な因子となる。例えば、一般に使用するガラス基板は、屈折率が1.55前後であり、透明電極として用いられるITOやSnO<sub>2</sub>の屈折率は約2前後である。十分な低抵抗値を得るためにこれらは透明電極は少なくとも数百Å以上の膜厚を必要とする。また、使用する配向膜は、十分な配向性を得ることが重要であるため、使用する材料や膜厚はおのずと限定される。例えばTN型液晶表示デバイスに用いられる斜め蒸着を用いて形成するSiO<sub>2</sub>膜を配向膜として使用する場合は、少なくとも膜厚約500Å以上が必要であり、表面をラビングする方法で配向性が付与されるポリイミド膜を配向膜として使用する場合には、ポリイミド膜の膜厚を700~800Åとするのが一般的である。SiO<sub>2</sub>膜の屈折率は約1.46前後であり、ポリイミド膜の屈折率は約1.6~1.7前後である。また、一般に使用されるネマティック液晶の屈折率は1.53前後である。なお、これらの屈折率値は、製造方法によって、あるいは光の波長によっても微妙に変化するものである。

【0034】これらの必須構成材料の組み合わせのみでは、液晶層とガラス基板との界面で発生する界面反射光を低減することは容易ではない。そこで、本実施の形態においては、すでに上述したように、反射防止効果をより容易に実現するため、配向膜と透明電極との間、もしくは透明電極とガラス基板との間に「中間層」と呼ぶ層を1または複数層設ける。

【0035】中間層は、少なくとも可視域において高い透過率を有し、比較的容易に作製できるものが好ましい。例えばこのような膜としては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、SiNx、TiO<sub>2</sub>膜等が挙げられる。なお、好ましくは、1.6から1.7の屈折率を有するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のように、透明電極より小さくガラス基板もしくは液晶層より大きい中間的な屈折率を有する材料を中間層として用いる。

【0036】このように、従来の液晶表示デバイスにおける必須構成要素である透明電極と配向膜に、膜厚や屈折率の選択の幅がより大きい中間層を加え、ガラス基板上に積層構造を形成することにより、液晶層とガラス基板の界面での反射を効果的に低減することが可能とな

る。

【0037】

【実施例】以下、具体的な実施例について説明する。

【0038】(実施例1) 図1 (a) は、実施例1において作製した反射型液晶表示デバイスの部分断面図である。実施例1は、垂直配向型液晶表示デバイスであり、基本的な液晶表示デバイスの構造は図4 (a) に示す従来のものと同様である。一方の基板であるシリコン基板上には、従来と同様、各画素ごとに必要なトランジスタ等が形成され、その上に電極であり反射膜であるA1膜20が形成され、さらにその表面にSiO<sub>2</sub>膜からなる配向膜16bが形成されている。

【0039】また、対向するガラス基板10上には、ガラス基板10とITO膜14の間、およびITO膜14と配向膜16aとの間に中間層としてのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12a、12bが付加されている。即ち、ガラス基板10上には、基板側より中間層(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12a)、ITO膜14、中間層(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12b)、配向膜(SiO<sub>2</sub>膜16a)の順に各層が形成されている。

【0040】ガラス基板10上に形成する各層の膜厚は、各材料の具体的な屈折率を考慮し、光源として使用するメタルハライドランプの輝線波長である440nm、540nm、580nmにおいて、A1反射電極20表面で反射され、液晶層18を通過しガラス基板10に入射する界面で発生する界面反射率R<sub>s1</sub>が従来のものより十分低い値となるよう考慮して決定した。即ち、入をメタルハライドランプの3本の輝線波長の中間波長540nmとした場合、ガラス基板10上の積層構造の各層の光学膜厚を、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12aをλ/4、ITO膜14をλ/2、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12bをλ/4、SiO<sub>2</sub>膜配向膜16aをλ/4とした。

【0041】以下、簡単に各膜の作製方法について説明する。

【0042】中間層として用いるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12a、12bは、いずれもイオンビームアシストによる真空蒸着法を用いて形成した。成膜中の真空中度、即ち酸素分圧は7×10<sup>-5</sup>Torr、基板温度は250°Cとした。また、膜成長速度は5Å/secとした。イオンビームアシストのパワーは350V、22mAとした。

【0043】透明電極として用いるITO膜14も、イオンビームアシストによる真空蒸着法を用いて形成した。成膜中の真空中度、即ち酸素分圧は4×10<sup>-4</sup>Torr、基板温度は250°Cとした。また、膜成長速度は1Å/secとした。イオンビームアシストのパワーは350V、22mAとした。

【0044】SiO<sub>2</sub>配向膜16a、16bは、イオンビームアシストの真空蒸着法によって形成した。成膜中の真空中度、即ち酸素分圧は3×10<sup>-5</sup>Torr、基板温度は室温とした。なお、膜に配向性を付与するため、基板を蒸着源に対し、65度傾け、斜め蒸着を行った。膜

成長速度は8Å/secとした。イオンビームアシストのパワーは800V、80mAとした。

【0045】シリコン基板上へのトランジスタ、反射電極(A1膜20)等の作製は、一般的なトランジスタの作製方法に準じ、従来の方法を用いて行った。こうしてシリコン基板とガラス基板の内側表面上にそれぞれ必要な構造を形成した後、ギャップが約3μmとなるようにスペーサを介して2枚の基板を貼りあわせた。この後、ギャップ中に誘電異方性が負のネマティック液晶(チッソ社製EN-37)を注入し、注入口を封じた。

【0046】図2は、実施例1における液晶表示デバイスの構成を示す斜視図である。図中右側より順に、ガラス基板10、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12a、ITO膜14、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12b、SiO<sub>2</sub>配向膜16a、液晶層18、配向膜16b、A1電極20、シリコン基板30が並ぶ構成を有する。なお、ガラス基板10の外側表面に、反射防止膜を形成してもよい。

【0047】図3は、各実施例の液晶表示デバイスにおける界面反射光の測定反射率(R<sub>s1</sub>、R<sub>s2</sub>、R<sub>s3</sub>)を示す。また、同図中には、参考のため従来の液晶表示デバイスにおける測定値(図6に示す従来例に相当する)を示している。実施例1の液晶表示デバイスにおける界面反射光R<sub>s1</sub>(図1(a)参照)は、同図中実線「サンプル1」に示す。メタルハライドランプの輝線波長である440nm、540nm、580nmにおいて、当該反射率を0.5%以下に抑えることができた。

【0048】(実施例2) 図1 (b) は、実施例2において作製した反射型液晶表示デバイスの部分断面図である。実施例2も、実施例1と同様に、基本的な液晶表示デバイスの構造は図4 (a) に示す従来のものと同様である。なお、実施例2は、垂直配向型液晶表示デバイスである。

【0049】図1 (b) に示すように、一方の基板であるシリコン基板上には、従来と同様、各画素ごとに必要なトランジスタ等が形成され、その上に電極であり反射膜であるA1膜20が形成され、さらにその表面にポリイミド配向膜22bが形成されている。

【0050】また、対向するガラス基板10上には、ガラス基板10とITO膜14の間に中間層としてのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12cが付加されている。即ち、ガラス基板10上には、基板側より中間層(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12c)、ITO膜14、配向膜(ポリイミド配向膜22a)の順に各層が形成されている。

【0051】ガラス基板10上に形成する各層の光学膜厚は、入をメタルハライドランプの3本の輝線波長の中間波長540nmとすると、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12cをλ/4、ITO膜14をλ/2、ポリイミド配向膜22aをλ/4とした。

【0052】Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12cおよびITO膜14の作製条件は、実施例1と同様な条件を用いた。ポリイミド

配向膜22a、22bは、スクリーン印刷法を用いて膜を形成した後、180°Cで膜を熱硬化し、膜表面をラビングすることにより配向性を付与した。

【0053】シリコン基板上へのトランジスタ、反射電極等の作製は、従来の方法と同様な方法を用いて行った。シリコン基板とガラス基板上にそれぞれ必要な層を形成した後、ギャップが約3μmとなるように、スペーサを介して貼りあわせた。この後、ギャップ中に液晶EN-37を注入、注入口を封じた。

【0054】上述した実施例2の液晶表示デバイスの界面反射 $R_{s2}$ の反射率の測定結果を、図3中実線「サンプル2」に示す。メタルハライドランプの輝線波長である440nm、540nm、580nmにおいて、当該反射率をいずれも0.5%以下に抑えることができた。

【0055】(実施例3)図1(c)は、実施例3において作製した反射型液晶表示デバイスの部分断面図である。実施例3は、実施例1と同様、TN型液晶表示デバイスであり、基本的な液晶表示デバイスの構造は図4(a)に示す従来のものと同様である。

【0056】一方の基板であるシリコン基板上には、従来と同様、各画素ごとに必要なトランジスタ等が形成され、その上に電極であり反射膜であるA1膜20が形成され、さらにその表面にSiO<sub>2</sub>配向膜16dが形成されている。

【0057】また、対向するガラス基板10上には、ガラス基板10とITO膜14の間に中間層としてのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12dが付加されている。即ち、ガラス基板10上には、基板側より中間層(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12d)、ITO膜14、配向膜(SiO<sub>2</sub>配向膜16c)の順に各層が形成されている。実施例1においては、2層の中間層を用いたが、実施例3においては中間層1層のみを用いた。

【0058】ガラス基板10上に形成する各層の膜厚は、各材料の具体的な屈折率を考慮し、光源として使用するメタルハライドランプの輝線波長である440nm、540nm、580nmにおいて、A1膜20表面で反射された光が、液晶層18とガラス基板10との界面で発生する界面反射光 $R_{s3}$ が従来より低い値となるよう考慮し

て決定した。即ち、入をメタルハライドランプの3本の輝線波長の中間波長540nmとしたとき、各層の光学膜厚を、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12dを入/4、ITO膜14を入/2、SiO<sub>2</sub>配向膜16cを入/2とした。

【0059】なお、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜12d、ITO膜14、SiO<sub>2</sub>配向膜16cの作製条件は、実施例1と同様な条件を用いた。

【0060】シリコン基板上へのトランジスタ、反射電極等の作製は、従来の方法と同様な方法を用いて行った。シリコン基板とガラス基板上にそれぞれ必要な層を形成した後、ギャップが約3μmとなるように、スペーサを介して貼りあわせ、ギャップ中に液晶EN-37を注入し、注入口を封じた。

【0061】実施例3で作製した液晶表示デバイスの界面反射光 $R_{s3}$ の反射率の測定結果を、図3中実線「サンプル3」に示す。反射率は従来例1、2に比べると低いが、実施例1(サンプル1)実施例2(サンプル2)と比較すると、やや高く、可視域で0.7%から2.5%の反射率を示した。

【0062】(表示品質評価) 上述した実施例1から3の液晶表示デバイスと、光源として180Wのメタルハライドランプを用いて、図5に示す構成を有する液晶プロジェクタを作製し、実際のスクリーン上に表示を行い、目視で、スクリーン上の干渉縞の発生有無の評価を行った。また、光源として可視域に輝線を持たないキセノンランプを用いた場合についても評価した。この結果を表1に示す。従来の液晶デバイス(図6中従来例1、従来例2)を用いた場合の評価結果も示した。

【0063】なお、評価対象としては、いずれも液晶セル厚分布が20%程度有するものを選んだ。評価の目安としては、通常の注意力において目視によりスクリーン上の干渉縞の存在が確認できる場合を×、注意深く観察した場合にのみ目視でスクリーン上の干渉縞の存在が確認できる場合を△、注意深く観察しても目視でスクリーン上の干渉縞が確認できない場合を○とした。

【0064】

【表1】

#### 表示品質

	キセノンランプ使用	メタルハライドランプ使用
実施例1	○	○
実施例2	○	○
実施例3	○	△
従来例1	○	×
従来例2	○	×

表1に示すように、輝線を有さないキセノンランプを光

源として用いた場合、上述した実施例1から3の液晶表

示デバイスのみならず、従来例1、2のものを用いた場合もスクリーン上に干渉縞は観察されず、表示品質はいずれも良好であった。しかし、可視域に輝線を有するメタルハライドランプを光源として用いた場合は、従来例1、2と上述する実施例1から3とでは表示品質に明らかな差異が見られた。従来例1、2を用いた場合は、通常の注意力でもスクリーン上に干渉縞が確認されるのに対し、実施例1、2と比較し、界面反射率がやや高かった実施例3を用いた場合は、注意深く観察した場合にのみスクリーン上に干渉縞の存在が確認された。界面反射光の反射率がメタルハライドランプのいずれの輝線波長においても0.5%以下となる実施例1および実施例2の構成の液晶表示デバイスを用いた場合は、スクリーン上の干渉縞は目視で確認できず、良好な表示品質を示した。

【0065】なお、スクリーン上の干渉縞の発生を防止する方法としては、そもそも液晶セルの厚みを均一化するように生産工程の管理調整を行うことや、キセノンランプのように輝線を有しない光源の使用、あるいは輝線波長のカット等の方法も考えられている。しかし、液晶セル厚の管理は、プロセス上の負担が極めて大きく生産性が犠牲となる。また輝線を有しないキセノンランプ等は、メタルハライドランプ等に比べ光効率が低く光源寿命も短いため、必ずしも好ましい選択ではない。さらに、メタルハライドランプの輝線波長を色フィルター等を用いてカットすると、スクリーン明度が大きく犠牲となる。

【0066】これに対し、液晶層と接するガラス基板上に、透明電極、配向膜および中間層を用いて液晶層とガラス基板との界面反射を低減できる積層構造を形成する本実施の形態における液晶表示デバイスは、強い輝線を有する高光効率の光源を用いた場合において、多少の液晶セルの厚みむらが存在しても高い表示品質を維持でき、生産性やスクリーン輝度が犠牲とならない。

【0067】なお、本実施の形態に基づく具体的な液晶表示デバイスの構造例として、実施例1から3を示したが、本発明の液晶表示デバイスは、これらの実施例に限定されず、種々の材料と膜厚の選定が考えられる。すでに述べたように、例えば中間層としては、 $Al_2O_3$ 膜の他にも、 $ZrO_2$ 、 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 膜等の金属酸化物、 $SiN_x$ 膜等の窒化物、 $MgF_2$ 等のフッ化物等の使用が考えられる。また、複数の中間層を用いる場合には、各層ごとに異なる材料を用いてもよい。また、用いる中間層は、使用するガラス基板、透明電極、配向膜、および液晶層等の材料の光学物性等にあわせて、種類や膜厚を選択すればよい。なお、中間層の層数は1層、2層に限られず、さらに多くの層を積層してもよい。

【0068】また、図2に示すグラフと表1の結果から考察されるように、液晶層とガラス基板との間で起こる界面反射率を0.5%以下に抑えるような積層構造をガ

ラス基板上に形成すれば、液晶プロジェクタにおいて、極めて良好な表示品質を得ることが可能である。

【0069】また、本実施の形態における液晶表示デバイスを用いた液晶プロジェクタにおいて組み合わせる光源は、メタルハライドランプに限られず、可視域に輝線を有するような光源を用いる場合にはいずれも同様な効果をもたらす。

【0070】なお、上述の実施例においては、反射型の液晶表示デバイスの構造のみを例示しているが、本実施の形態における液晶表示デバイスの設計技術思想は、透過型の液晶表示デバイスの構成においても適用できることは明らかである。

【0071】また、本実施の形態における液晶表示デバイスは、液晶プロジェクタのみならず、直視型の種々の表示装置においても用いることができる。

#### 【0072】

【発明の効果】上述するように、本発明の請求項1に記載の液晶表示デバイスによれば、液晶表示デバイスを構成するガラス基板等の透明基板の内側面上に、透明な電極層と配向層および、該透明な電極層より小さくかつ前記液晶層または前記透明基板より大きい屈折率を有する1または複数の透明な中間層からなる積層構造を備えるため、各層の厚み等を調整することにより、比較的容易に各層界面での反射率を下げることができる。これにより、多少の液晶セルの厚みむらが存在しても、界面での反射に起因する表示不良の発生を防ぐことができる。

【0073】また、本発明の請求項2に記載の液晶表示デバイスによれば、光源として可視域に輝線を有する光源を用い、液晶表示デバイスを構成する透明基板上に形成する積層構造として、上記光源の各輝線波長において、該積層構造の各層界面で発生する総反射率が0.5%以下となるように、各層の屈折率および厚みを決定するので、輝線波長の存在にかかわらず、該積層構造の界面での反射の影響が表示品質を悪化させることがない。よって、光効率の高いメタルハライドランプ等の光源を用いることが可能となる。また、多少液晶セルの厚みむらがあつても表示品質を良好に維持できるため、プロセス工程に高い精度を要求して過度の負担をかける必要もない。

【0074】また、このような本発明の液晶表示デバイスを用いた液晶プロジェクタにおいては、スクリーン上での干渉縞の発生が抑制され、良好な表示品質を維持できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における実施例1から実施例3の液晶表示デバイスの構造を示す部分断面図である。

【図2】本発明の実施例1の液晶表示デバイスの構造を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施例1から実施例3の液晶表示デバ

イスにおけるガラス基板と液晶層との界面における反射率を示すグラフである。

【図4】従来の反射型液晶表示デバイスにおける界面反射について説明するための部分断面図である。

【図5】従来の液晶プロジェクタの構成を簡易に示す構成図である。

【図6】従来の反射型液晶表示デバイスにおける液晶層とガラス基板界面における反射率を示すグラフである。

【図7】液晶プロジェクタ用メタルハライドランプの分

光分布例を示すグラフである。

【符号の説明】

10・・・ガラス基板

12aから12d・・・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜

14・・・ITO膜

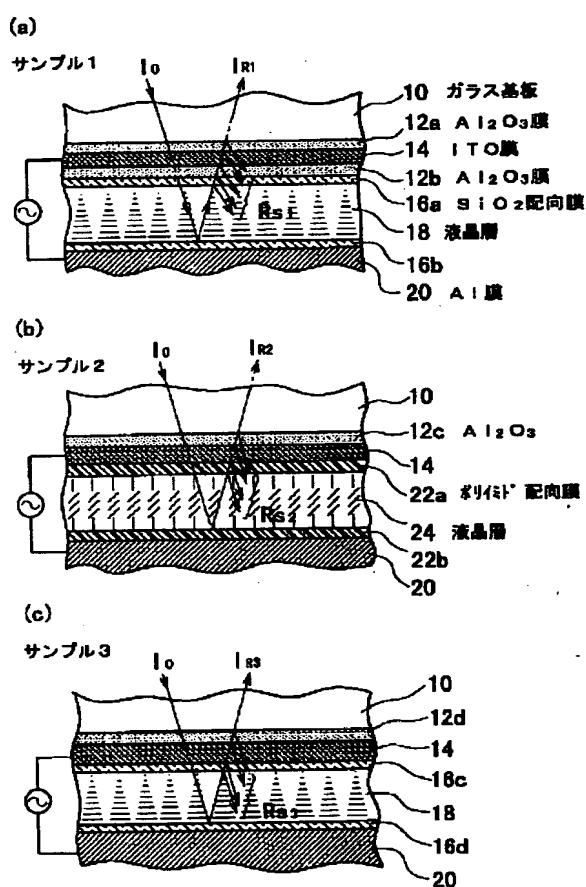
16aから16d・・・SiO<sub>2</sub>配向膜

18・・・液晶層

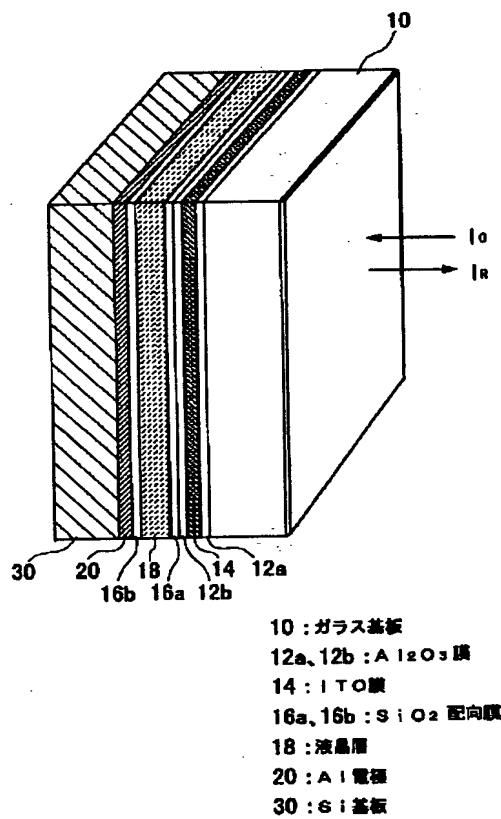
20・・・Al膜

22a、22b・・・ポリイミド配向膜

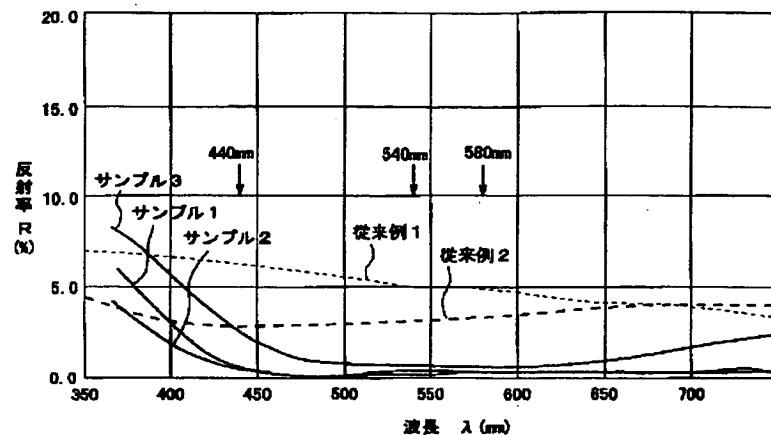
【図1】



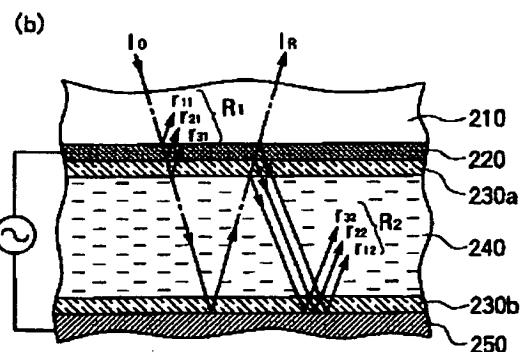
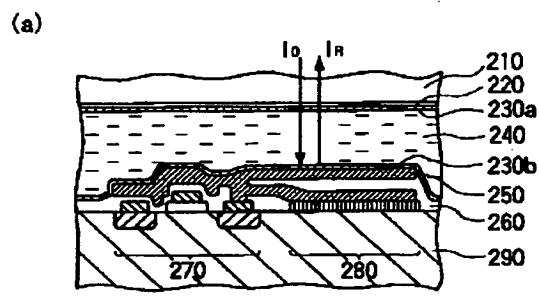
【図2】



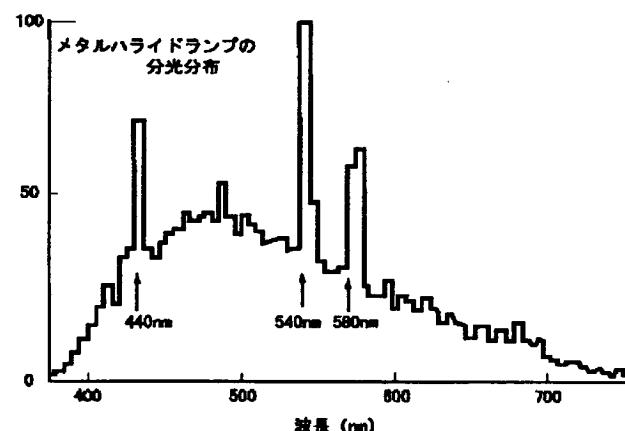
【図3】



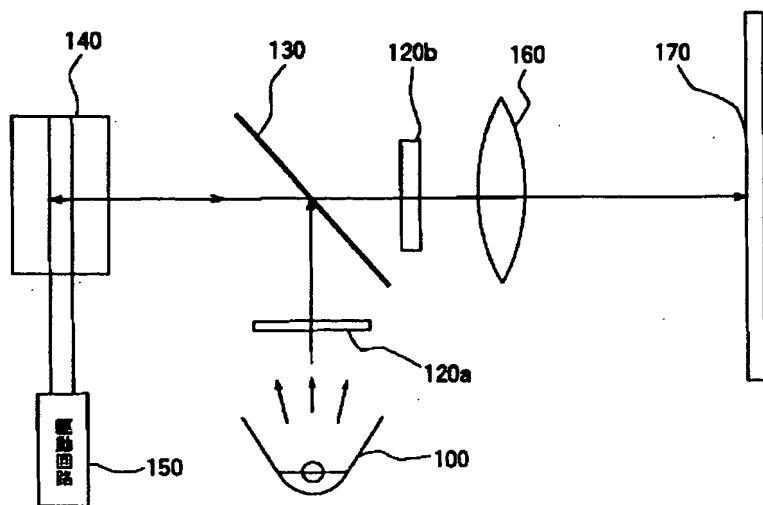
【図4】



【図7】



【図5】



【図6】

